

DEUS 701227  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

BEST AVAILABLE COPY



REC'D 04 JUL 2003

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:**

102 16 720.6

**Anmeldetag:**

15. April 2002

**Anmelder/Inhaber:**

Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:**

Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines  
Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs

**IPC:**

F 01 P 7/14

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Juni 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag

Wehner

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

A 9161  
03/00  
EDV-L

15.04.02 Wj/Bc

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe bestimmt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierbare Größe bestimmbar ist.

Stand der Technik

20 Zu einem Kühlkreislauf in einem Kraftfahrzeug gehören in der Regel eine zu kühlende Wärmequelle (z. B. der Fahrzeugmotor), die mittels eines Kühlmediums durch freie oder erzwungene Konvektionen gekühlt wird. Die Temperaturdifferenz über der Wärmequelle ist vom Wärmeeintrag und von der Größe des Volumenstroms des Kühlmittels abhängig, während die absolute Temperatur des Kühlmediums durch den Wärmeeintrag der Wärmequelle, die Wärmeabfuhr über im Kreislauf befindliche Kühler und die Wärmekapazitäten der Materialien bestimmt wird. Im Bereich der Fahrzeugentwicklung wird derzeit intensiv an Konzepten für ein effizienteres Wärmemanagement gearbeitet. Hierbei geht es u. a. um eine bedarfsgerechte Ansteuerung bzw. Regelung des Motorkühlsystems mit dem Ziel, den Kraftstoffverbrauch zu verringern und die Emissionen zu verringern bzw. Abgasgrenzwerte einzuhalten und zudem den Komfort zu erhöhen. Dabei dürfen kritische Grenzen der Bauteilbelastung nicht überschritten werden. Dies kann durch die Optimierung des Kühlmittelvolumenstroms und die lastabhängige Regelung des Temperaturniveaus des Motors erreicht werden. Ein kritisches Temperatur ist beispielsweise die Temperatur des Zylinderkopfes und insbesondere der Zylinderkopfdichtung.

Temperatursensoren, die interne Bauteiltemperaturen des Motors erfassen, sind bereits Stand der Technik. Beispielsweise ist aus der Motortechnischen Zeitschrift MTZ 62 (2001) 1, Seiten 30 bis 35, ein Zylinderdichtungskonzept für zukünftige Motorgenerationen bekannt, bei dem Bauteiltemperatursensoren in die Zylinderkopfdichtung eingebracht sind. Durch diese Bauteiltemperatursensoren wird eine Regelung einer motorinternen Temperatur statt der Regelung einer Kühlmitteltemperatur ermöglicht.

Stand der Technik sind auch Kühlkreislaufsysteme für Kraftfahrzeuge (siehe zum Beispiel die DE 100 16 405 A1 der selben Anmelderin) sowie Verfahren zur optimalen Steuerung der Kühlleistung eines Motors eines Kraftfahrzeugs (siehe zum Beispiel die DE 100 35 770 A1 der selben Anmelderin).

#### Aufgabe der Erfindung

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Möglichkeit zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs anzugeben, bei der Bauteiltemperaturwerte berücksichtigt werden.

#### Lösung und Vorteile der Erfindung

Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe bestimmt wird, wobei die einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe wenigstens in Abhängigkeit von einer einen Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine repräsentierenden Größe und einer einen Bauteiltemperatursollwert repräsentierenden Größe bestimmt wird. Durch dieses erfindungsgemäße Verfahren wird in besonders vorteilhafter Weise ein Bauteiltemperatursollwert oder eine einen Bauteiltemperatursollwert repräsentierende Größe in einen Kühlmitteltemperatursollwert überführt. Anhand des dann vorliegenden Kühlmitteltemperatursollwerts bzw. der einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierenden Größe kann in bekannter Weise die Steuerung und/oder Regelung des Kühlsystems des Kraftfahrzeugs durchgeführt werden.

In Bezug auf eine mögliche Regelstruktur bzw. eine mögliche Regelstrategie zur Steuerung des Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs anhand des erfindungsgemäß

bestimmten Kühlmitteltemperatursollwerts wird beispielsweise auf die beiden nicht vorveröffentlichten Patentanmeldungen DE 101 63 944.9 und DE 101 53 943.0 der selben Anmelderin verwiesen, die sich ausführlich dieser Thematik widmen.

5 Die bevorzugte Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass zur Bestimmung der den Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierenden Größe die den Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine repräsentierende Größe mit einer Konstanten verknüpft wird und dieses Verknüpfungsergebnis von der den Bauteiltemperatursollwert repräsentierenden Größe subtrahiert wird. Durch diese  
10 erfindungsgemäße Weiterbildung wird dem Fachmann eine konkrete Bestimmungsmöglichkeit an die Hand gegeben, anhand dessen die einen Bauteiltemperatursollwert repräsentierende Größe in einen Kühlmitteltemperatursollwert bzw. in eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe überführt werden kann. Vorteilhaft wird die Konstante hierbei wenigstens in Abhängigkeit von der  
15 verwendeten Kraftstoffart bestimmt. Hierdurch ist das erfindungsgemäße Verfahren besonders vorteilhaft sowohl bei einer Benzinbrennkraftmaschine als auch bei einem Dieselmotor anwendbar.

20 Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe bestimmbar ist, wobei die einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe wenigstens in Abhängigkeit von einer einen Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine repräsentierende Größe und einer einen Bauteiltemperatursollwert repräsentierenden Größe bestimmbar ist. Diese  
25 erfindungsgemäße Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs weist die identischen bereits genannten Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens auf.

Weitere Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen, die anhand von Figuren dargestellt sind.

## Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt eine Struktur einer Bauteiltemperaturprozessführung,

5      Figur 2 zeigt eine Struktur einer Thermomanagementprozessführung,

Figur 3 zeigt eine Struktur einer Kühlmitteltemperaturniveauprozessführung und

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

10

Die Erfindung stellt ein Konzept für die Regelung einer internen Temperatur einer Wärmequelle dar, die in einen Kühlmittelkreislauf eingebunden ist. Das erfindungsgemäße Verfahren kann beispielsweise leicht in ein Motorsteuergerät integriert werden. Es ist hierbei auf eine konstante oder zeitinvariante, von außen vorgegebene Solltemperatur zu regeln. Wie diese Solltemperatur vorgegeben wird, ist Kern der vorliegenden Erfindung. Bei der Auslegung muss der Fachmann darauf achten, dass die Regelabweichung möglichst gering gehalten wird, um gefahrlos Temperaturen möglichst nahe an den Belastungsgrenzen von Bauteilen vorgeben zu können, was im Einzelfall Vorteile für den Kraftstoffverbrauch und für die Emission mit sich bringt. Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren am Beispiel der Regelung einer Bauteiltemperatur eines Verbrennungsmotors dargestellt. Die kritische Bauteiltemperatur, die der Regelung zu Grunde liegt, kann beispielsweise die Bauteiltemperatur im Zylinderkopf nahe dem Brennraum sein. Die erfindungsgemäße Bauteiltemperaturregelung kann in analoger Weise für die Regelung Kühlmittel gekühlter Nebenaggregate und Elektronikkomponenten, wie z. B. Elektromaschinen und Pulswechselrichter angewendet werden, sofern für diese Komponenten Abwärme- und Wirkungsgrade abschätzbar sind.

15

20

30

Mittels der Erfindung ist es möglich, die sich sehr dynamisch mit der Änderung des Motorbetriebspunktes ändernde Bauteiltemperatur nahe des Brennraums (z. B. Zylinderkopf) mit Hilfe des stark totzeit- und zeitverzögerungsbehafteten Kühlmittelkreislaufes zu regeln. Hierbei ist es vorteilhaft, die Regelung soweit als nur irgend möglich durch eine Vorsteuerung zu entlasten.

35

Aufgrund der Totzeiten und der relativ großen Zeitkonstanten des Kühlsystems des Kraftfahrzeugs wird erfindungsgemäß eine der Bauteiltemperaturregelung unterlagerte Regelung der Kühlmittelsolltemperatur durchgeführt. Es wird also praktisch aus der

Bauteiltemperatur und dem Betriebszustand des Motors eine entsprechende Kühlmittelsolltemperatur generiert. Mit anderen Worten: Durch eine Transformation wird aus der Bauteilsolltemperatur eine Kühlmittelsolltemperatur bestimmt. Diese Kühlmittelsolltemperatur kann mit Hilfe einer Temperaturprozessführung in gewissen Grenzen eingestellt oder geregelt werden. Eine mögliche Struktur einer Bauteiltemperaturprozessführung ist in Figur 1 dargestellt.

Figur 1 zeigt drei mögliche Einkopplungen des Signals des Bauteiltemperaturreglers in die Bauteiltemperaturprozessführung (Bezugszeichen 1, 2 und 3). Die Anordnung 1 entspricht der Struktur eines Kaskadenreglers. Kaskadenregelungen werden vor allem bei Streckenteilen mit stark unterschiedlicher Dynamik angewandt. Dies ist in dem vorgestellten System der Fall. Allerdings belasten hierbei Modellfehler der Transformation auch den Korrektureingriff des äußeren Reglers. Die Anordnung 3 kann als Regler mit Vorsteuerung aufgefasst werden. Anordnung 2 genügt ebenfalls wie Anordnung 1 dem Prinzip der unterlagerten Regelkreise. Hierbei wird jedoch der Ausgang des äußeren Reglers nach der Transformation der Bauteilsolltemperatur in die Kühlmittelsolltemperatur eingespeist und korrigiert somit die Kühlmitteltemperatur direkt. Sie stellt einen Kompromiss aus den beiden vorigen Varianten der Einkopplung des Bauteilreglersignals dar. Es ist zu erwarten, dass die Anordnung 1 bei einer realitätsnahen Transformation der Bauteilsolltemperatur in die Kühlmittelsolltemperatur den anderen Konzepten überlegen ist. Bei einer stark fehlerbehafteten, einfachen Berechnung der Kühlmittelsolltemperatur ist erwartungsgemäß die Anordnung 3 vorteilhaft. Im Rahmen dieser Erfindung wird das Prinzip der Bauteiltemperaturregelung am Beispiel der Variante 3 erläutert, wobei dies für die Erfindung keine Einschränkung bedeutet, sondern auch die Anordnungen 1 und 2 von der Erfindung umfasst werden.

Das Ausgangssignal der Bauteiltemperaturprozessführung nach Figur 1 ist eine Stellgröße für das Kühlerventil. Dieses Kühlerventil ist ein sogenanntes Bypassventil, was dafür sorgt, dass bei vollständig geschlossenem Kühlerventil keine Kühlflüssigkeit mehr über den Motorkühler fließt, sondern unmittelbar über den Bypasskreis zurück in den Motorblock fließt. Der Ansteuerwert für das Kühlerventil ( $U_{\text{valve}}$ ) ergibt sich erfindungsgemäß aus einem gewichteten Vorsteueranteil des Ventilsignals ( $K_{\text{valve\_vor}} * U_{\text{valve\_vor}}$ ) und dem Ventilsignal des überlagerten Reglers ( $U_{\text{valve\_reg}}$ ):

$$U_{\text{valve}} = K_{\text{valve\_vor}} * U_{\text{valve\_vor}} + U_{\text{valve\_reg}}$$

Der in der Berechnungsvorschrift genannte Gewichtungsfaktor ( $K_{\text{valve\_vor}}$ ) kann variabel bestimmt aber auch konstant vorgegeben werden.

Ist der Bauteiltemperatursollwert größer als die momentane Bauteiltemperatur, darf nicht weiter gekühlt werden und das Kühlerventil sollte geschlossen werden. Gegebenenfalls kann die Regelung derart erweitert werden, dass durch den Vorsteuerungsanteil des Ventilsignals das Ventil geöffnet wird, obwohl die Bauteiltemperatur kleiner ist als die Bauteiltemperatur. Durch die Kühlmittelpumpe soll in erster Linie dafür gesorgt werden, dass sich keine unzulässig große Kühlmitteltemperaturdifferenz bzw.

Bauteiltemperaturdifferenz über dem Motor einstellt. Wegen der dynamischen Veränderung der Bauteiltemperatur ist es sinnvoll, die Bauteiltemperaturregelung gegebenenfalls durch kurzzeitige Volumenstromerhöhung zu unterstützen. Dabei muss in der Applikation ein Kompromiss zwischen dem zusätzlichen Energieverbrauch der Pumpe und der Regelgüte gefunden werden. Je nach Applikation bzw. Anforderungen des Motorherstellers kann ein Mindestkühlmittelvolumenstrom eingehalten werden. Die Performance des Thermomanagementsystems ist hingegen am Besten, wenn auch der Volumenstrom Null zugelassen wird, da sich der Motor dann wieder schneller aufwärmt.

Grundsätzlich muss, sobald eine Regelabweichung der Bauteiltemperatur besteht, bei der die wahre Bauteiltemperatur über der Bauteilsolltemperatur liegt, ein signifikanter Volumenstrom umgewälzt werden. Der Kühlerlüfter des Kraftfahrzeugs hat in erster Linie die Aufgabe, eine Kühlleistungsreserve in Form einer kühlmittelvolumenstromabhängigen Mindestkühlmitteltemperaturdifferenz über den Kühler einzuhalten. Sind Ventil und Pumpe nahe an ihrer Maximalstellung, übernimmt der Lüfter analog zur Pumpe einen Anteil der Bauteiltemperaturregelung.

Die Struktur der Thermomanagementprozessführung und der Kühlmitteltemperaturprozessführung ist in den Figuren 2 und 3 dargestellt.

Die in Figur 1 dargestellte Bauteiltemperaturprozessführung entspricht dem Block Temperaturniveauprozessführung in Figur 2. Die in Figur 3 abgebildete Struktur entspricht dem Block Kühlmitteltemperaturprozessführung in Figur 1. Für den Fall der Bauteiltemperaturregelung nach Anordnung 3 in Figur 1 sollte der in der Kühlmittelprozessführung enthaltene Regler eliminiert oder zumindest gering gewichtet werden, um ein Gegeneinanderarbeiten der Regler zu verhindern.

Figur 2 zeigt eine mögliche Struktur der Thermomanagementprozessführung. Hierbei werden ausgehend von den Eingangsgrößen Motordrehzahl, Motorlast, Kühlmitteltemperatur(en), Kühlmitteltemperaturniveau, Kühlmitteldifferenztemperatur und Fahrertyp, Ansteuerwerte für ein Kühlerventil, für eine Kühlmittelpumpe, für einen Kühlerlüfter und für eine Kühlerjalousie erzeugt. Die Struktur der Thermomanagementprozessführung gliedert sich hierbei in die drei wesentlichen Blöcke Solltemperaturgenerierung, Solldifferenztemperaturgenerierung und Solldifferenztemperaturgenerierung für den Kühler.

Im Rahmen der Solltemperaturgenerierung wird mittels eines Kennfelds aus der Motordrehzahl und der Motorlast ein Solltemperaturwert generiert. Dieser Solltemperaturwert wird im Anschluss einer Filterung und Glättung unterzogen und einer Temperaturniveauprozessführung zugeführt. Dieser Temperaturniveauprozessführung wird weiterhin der nicht gefilterte und geglättete Solltemperaturwert sowie weitere Kühlmitteltemperaturen und die Motordrehzahl und die Motorlast zugeführt. Ein erstes Ausgangssignal der Temperaturniveauprozessführung ist das Steuersignal für das Kühlerventil. Dieses erste Ausgangssignal wird weiterhin der Kühlertemperaturdifferenzprozessführung zugeführt, auf die im Weiteren noch eingegangen wird. Ein zweites Ausgangssignal wird einem ersten Summierer zugeführt, und ein drittes Ausgangssignal einem zweiten Summierer.

Die Motorlast und das Kühlmitteltemperaturniveau werden im Rahmen der Solldifferenztemperaturgenerierung einem Kennfeld zugeführt, das hieraus eine Solldifferenztemperatur generiert, die im Anschluss einer Filterung und Glättung unterzogen wird. Das Ausgangssignal der Filterung und Glättung wird der Temperaturdifferenzprozessführung zugeführt. Der Temperaturdifferenzprozessführung wird weiterhin das Kühlmitteldifferenztemperatursignal, die Motorlast, das Kühlmitteltemperaturniveau und das erste Ausgangssignal der Temperaturniveauprozessführung zugeführt. Schließlich übergibt auch die Kühlertemperaturdifferenzprozessführung, auf die im Weiteren noch eingegangen wird, ein Signal an die Temperaturdifferenzprozessführung. Das Ausgangssignal der Temperaturdifferenzprozessführung wird einem ersten Summierer zugeführt, dem auch das Ausgangssignal der Temperaturniveauprozessführung zugeführt wird. Die Summe dieser beiden Signale ergibt das Ansteuersignal für die Kühlmittelpumpe.



Die Eingangsgrößenmotorlast, Kühlmitteltemperaturniveau und Fahrertyp werden im Rahmen der Solltemperaturgenerierung für den Kühler einem Kennfeld zugeführt, woraus sich ein Sollwert ergibt, der einer Filterung und Glättung unterzogen wird. Das Ausgangssignal der Filterung und Glättung wird im Signalblock

5 Kühlertemperaturdifferenzprozessführung zugeführt, dem weiteren die Kühlmitteldifferenztemperatur über dem Kühler, das erste Ausgangssignal der Temperaturniveauprozessführung und ein Signal der Temperaturdifferenzprozessführung zugeführt wird. Ein erstes Ausgangssignal der Kühlertemperaturdifferenzprozessführung wird dem zweiten Summierer zugeführt, dem weiterhin das dritte Ausgangssignal der

10 Temperaturniveauprozessführung zugeführt wird. Das Summationsergebnis dieses zweiten Summierers ist das Ansteuersignal für den Kühlerlüfter. Ein zweites Ausgangssignal der Kühlmitteltemperaturdifferenzprozessführung ist das Ansteuersignal für die Kühlerjalousie.

Figur 3 zeigt die Struktur der Kühlmitteltemperaturniveauprozessführung. Hierbei wird ausgehend von den Eingangsgrößen Kühlmitteltemperatur, möglicher weiterer Kühlmitteltemperaturen, Motormoment und Motordrehzahl einer Ansteuergröße für das

15 Kühlerventil ermittelt. Die Kühlmitteltemperaturprozessführung gliedert sich in die beiden Funktionsblöcke Solltemperaturgenerierung und Regelung, wobei die Regelung einen statischen Anteil, eine dynamische Vorsteuerung und gegebenenfalls eine

20 Störgrößenaufschaltung aufweist. Hierbei ergibt sich die Ansteuergröße für das Kühlerventil aus der Summation der Ausgangswerte eines Reglers, einer Mischungsgleichung und eines Differenzierers. Dem Regler wird als Eingangssignal die Kühlmitteltemperatur sowie das Ausgangssignal der Solltemperaturgenerierung zugeführt, auf die im Weiteren noch eingegangen wird. Der Mischungsgleichung werden

25 als Eingangssignale mögliche weitere Kühlmitteltemperaturen sowie ebenfalls das Ausgangssignal der Solltemperaturgenerierung zugeführt. Dem Differenzierer werden als Eingangsgrößen die Kühlmitteltemperatur sowie die ungefilterte und nicht geglättete Solltemperatur zugeführt. Die Solltemperaturgenerierung erfolgt derart, dass das

30 Motormoment und die Motordrehzahl einem Kennfeld zugeführt werden, dessen Ausgangswert nach einer Filterung und Glättung die generierte Solltemperatur darstellt.

Figur 4 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur

35 Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs. Für die bisher dargestellten Prinzipien in den Figuren 1 bis 3 muss ein Zusammenhang zwischen der Bauteiltemperatur und der Kühlmitteltemperatur hergeleitet werden. Um hierbei eine gute

Regelgüte zu erreichen, muss ein möglichst genaues Modell zu Grunde gelegt werden, welches auch die Dynamik möglichst genau abdeckt. Es wird im Folgenden die Vereinfachung durchgeführt, dass rein statische Zusammenhänge betrachtet werden. Trotz dieser Vereinfachung kann eine signifikante Verbesserung der Regelgüte erreicht werden. Ausgegangen wird von einer allgemeinen Gleichung, die den Quotienten aus Temperaturänderung und Zeitänderung darstellt. Hierbei ist die zeitliche Bauteiltemperaturänderung ( $dT/dt$ ) gleich dem Quotienten aus der Summe der Wärmeströme ( $\Sigma Q_{\text{punkt}}$ ), die dem Bauteil zu- bzw. abgeführt werden, und dem Produkt aus Masse ( $m$ ) und spezifischer Wärmekapazität ( $cp$ ):

$$DT/dt = \Sigma Q_{\text{punkt}} / ( m * cp )$$

Die Bauteiltemperatur bleibt konstant, wenn die Summe der Wärmeströme gerade gleich Null ist. Diese Bedingung, aufgelöst nach der Kühlmitteltemperatur, ergibt mit den bekannten Gleichungen für den Wärmeübergang zwischen Motor und Kühlmittel einen Zusammenhang zwischen Bauteil und Kühlmitteltemperatur für den stationären Fall. Für die Wärmeübergangszahl des Wärmeübergangs vom Zylinderkopf in das Kühlmittel im Zylinderkopf kann der Fachmann in der Literatur verschiedene Nahrungsformeln finden. Im Allgemeinen ist die Kühlmitteltemperatur eine Funktion von der eingebrachten Wärmemenge (Abwärme bzw. Verlustleistung der Komponente), dem Kühlmittelvolumenstrom und der Bauteiltemperatur. Zur Vereinfachung wird im Weiteren zur Bestimmung der Kühlmittelsolltemperatur die Grundgleichung der Wärmeübertragung durch Konvention zu Grunde gelegt. Diese Grundgleichung stellt sich wie folgt dar:

$$Q_{\text{punkt}} = \alpha * A * (Theta_{\text{Fluid}} * Theta_{\text{Körper}})$$

Die Temperatur des Festkörpers ( $Theta_{\text{Körper}}$ ) entspricht dann der Solltemperatur des Bauteils ( $Theta_{\text{Metall}}$ ). Der Wärmeübergangskoeffizient  $\alpha$  wird zur Vereinfachung als Konstant angenommen. Die wärmeübertragende Fläche  $A$  muss auch grob abgeschätzt werden. Nach der Temperatur des Fluids ( $Theta_{\text{Fluid}}$ ) bzw. Temperatur des Kühlmediums aufgelöst ergibt sich folgender Zusammenhang ( $Q_{\text{punkt\_mot}}$  = Summe der Wärmeströme des Motors):

$$Theta_{\text{Kühlmedium}} = Theta_{\text{Metall}} - Q_{\text{punkt\_mot}} / ( \alpha * A )$$

Hieraus geht hervor, dass die Kühlmittelsolltemperatur unter diesen Voraussetzungen und der Vereinfachung, dass der Wärmeeintrag in die Zylinderwand (also ins Bauteil)  $Q_{\text{punkt\_mot}}$  proportional zum eingespritzten Kraftstoffmassenstrom ( $m_{\text{punkt\_Br}}$ ) ist, eine Funktion der Bauteiltemperatur und des Kraftstoffverbrauchs ist.

Somit kann die gesuchte Kühlmittelsolltemperatur in Abhängigkeit von einer Bauteilsolltemperatur und vom Kraftstoffverbrauch wie folgt dargestellt werden:

$$\Theta_{\text{Kühlmedium}} = \Theta_{\text{Metall}} - K_{\text{mtc}} * m_{\text{punkt\_Br}}$$

Die Konstante  $K_{\text{mtc}}$  entspricht hierbei dem folgenden Zusammenhang:

$$K_{\text{mtc}} = (K_{\text{Abw2km}} * H_u) / (\alpha * A)$$

Hierbei ist  $K_{\text{Abw2km}}$  von der Motordrehzahl abhängig.

Grobe Anhaltswerte für Konstanten der Gleichung gibt die folgende Übersicht:

Bezeichnung	Einheit	Anhaltswert
$A$	$m^2$	0.05
$\alpha$	$W/(m^2 K)$	2000
$H_u$ (Benziner)	J/g	42600
$H_u$ (Diesel)	J/g	43000
$\bar{K}_{\text{Abw2km}}$ (Benziner)	-	0.3
$\bar{K}_{\text{Abw2km}}$ (Diesel)	-	0.25
$K_{\text{mtc}}$ (Benziner)	Ks/g	120
$K_{\text{mtc}}$ (Diesel)	Ks/g	100

Ein mögliches erfindungsgemäßes Verfahren ist in Figur 4 dargestellt. Hierbei wird in einem ersten Schritt 41 eine Bauteilsolltemperatur bestimmt. In einem anschließenden Schritt 42 wird ein Kraftstoffverbrauch bestimmt, der aktuell vorherrscht. Aus dem zuvor bestimmten Bauteiltemperatursollwert und dem aktuellen Kraftstoffverbrauchswert wird in einem anschließenden Schritt 43 eine Kühlmittelsolltemperatur bestimmt, die einem Schritt 44 zugeführt wird. Schritt 44 symbolisiert hierbei die weitere bereits bekannte Regelung mit der Eingangsgröße einer Kühlmittelsolltemperatur. In diesem Zusammenhang wurde bereits eingangs auf zwei nicht vorveröffentlichte Anmeldungen der gleichen Anmelderin verwiesen, die diese Regelungsvorgänge eingehend beschreiben.

Zusammenfassend stellt die erfindungsgemäße Vorrichtung sowie das erfindungsgemäße Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlmittelsystems eines Kraftfahrzeugs eine Möglichkeit dar, aus Bauteilsolltemperaturen und dem Betriebszustand des Motors eine Kühlmittelsolltemperatur zu generieren und diese entsprechend einzuregeln. Ein großer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der geringe Applikationsaufwand bei der Umsetzung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

15.04.02 Wj/Bc

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Ansprüche

15

20

30

1. Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, wobei ein Kühlmedium von einer Kühlmittelpumpe umgewälzt wird und wobei das Kühlmedium außerhalb des Verbrennungsmotors wenigstens durch einen Kühlerzweig und durch einen Bypasszweig fließt, dadurch gekennzeichnet, dass mit Steuer- und/oder Regelmitteln eine Drosselung eines Kühlmittelvolumenstroms durch den Kühlerzweig und eines Kühlmittelvolumenstroms durch den Bypasszweig unabhängig voneinander durchgeführt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mittels einer vorgebbaren Ansteuerung der Steuer- und/oder Regelmittel eine Temperatur des Kühlmediums eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Steuer- und/oder Regelmittel ein vorgebbarer Gesamtvolumenstrom des Kühlmediums eingestellt wird.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Steuer- und/oder Regelmittel ein vorgegbares Mischverhältnis der Volumenströme durch Kühler- und Bypasszweig eingestellt wird.

5. Verfahren nach 4, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens aus dem vorgebbaren Mischverhältnis, dem vorgebbaren Gesamtvolumenstrom und einer Drehzahl des Verbrennungsmotors Ansteuergrößen für die Steuer- und/oder Regelmittel bestimmt werden.

5

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass aus dem vorgebbaren Gesamtvolumenstrom und der Drehzahl des Verbrennungsmotors ein hydraulischer Gesamtwiderstand des Kühlsystems bestimmt wird.

10

7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus Kennfeldern Ansteuergrößen für ein Drosselventil im Kühlerzweig und ein Drosselventil im Bypasszweig bestimmt werden.

15

8. Verfahren nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Kennfelder wenigstens in Abhängigkeit von dem vorgebbaren Mischverhältnis und dem hydraulischen Gesamtwiderstand des Kühlsystems in einem Speicher abgelegt sind.

20

9. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung des hydraulischen Gesamtwiderstands des Kühlsystems ein Kennfeld in einem Speicher abgelegt ist.

30

10. Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Verbrennungsmotors eines Kraftfahrzeugs, mit einer Kühlmittelpumpe zum Umwälzen eines Kühlmediums und mit wenigstens einem Kühlerzweig und einem Bypasszweig durch die Kühlmedium außerhalb des Verbrennungsmotors fließen kann, dadurch gekennzeichnet, dass Steuer- und/oder Regelmittel zur unabhängigen Drosselung eines Kühlmittelvolumenstroms durch den Kühlerzweig und eines Kühlmittelvolumenstroms durch den Bypasszweig vorgesehen sind.

15.04.02 Wj/Bc

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierende Größe bestimmt wird. Die Erfindung betrifft weiterhin eine entsprechende Steuerung und/oder Regelung eines Kühlsystems eines Kraftfahrzeugs, wobei eine einen Kühlmitteltemperatursollwert repräsentierbare Größe bestimmbar ist.

20

(Figur 4)

Fig. 1

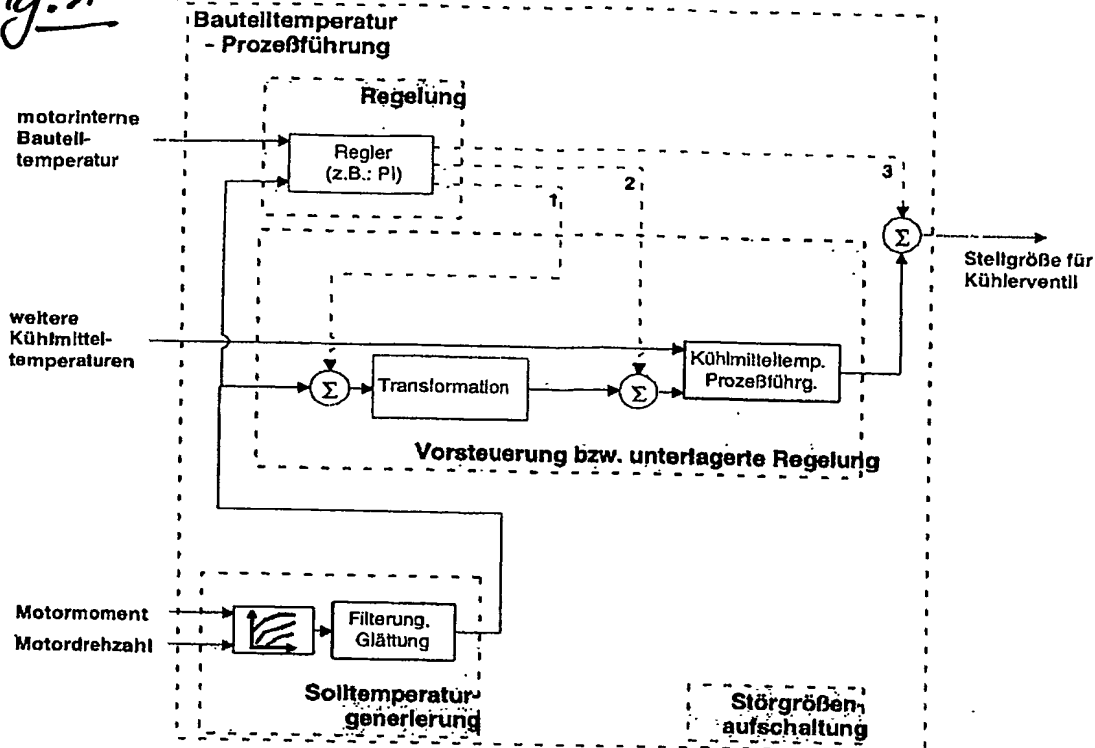
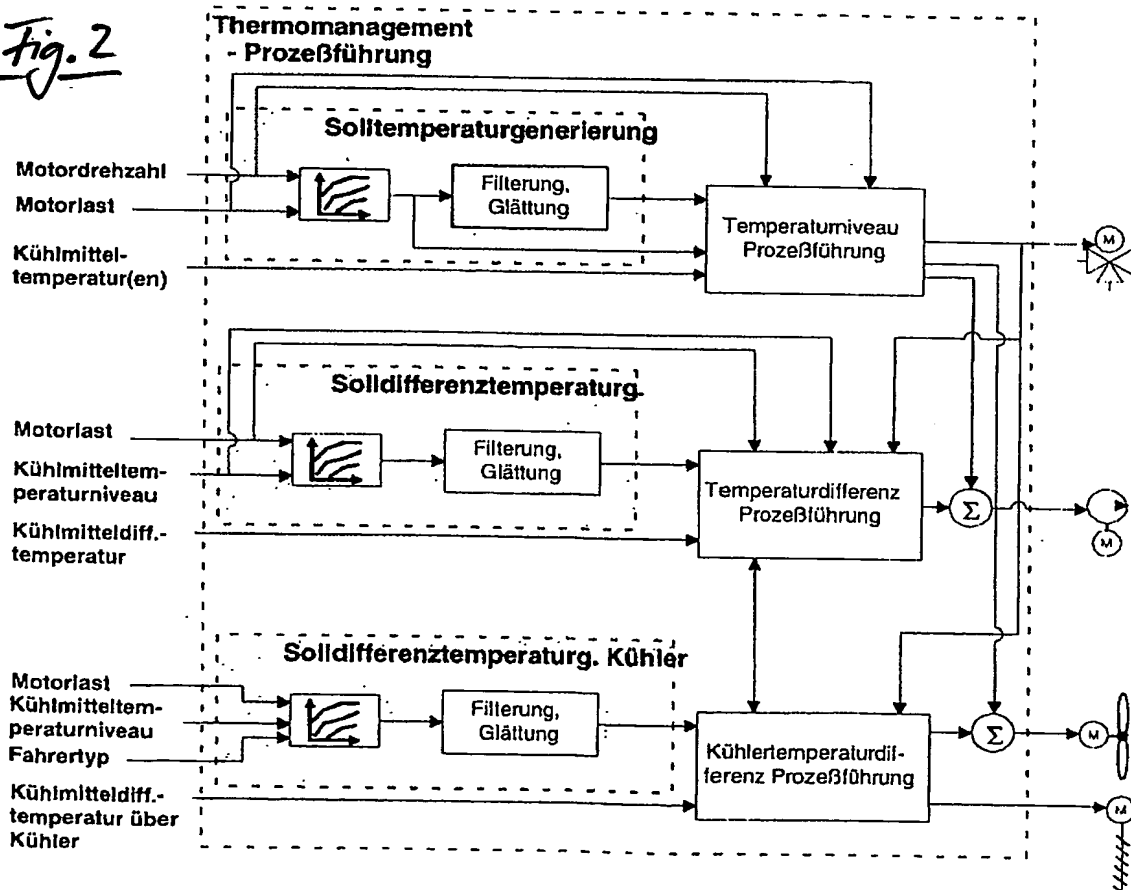


Fig. 2





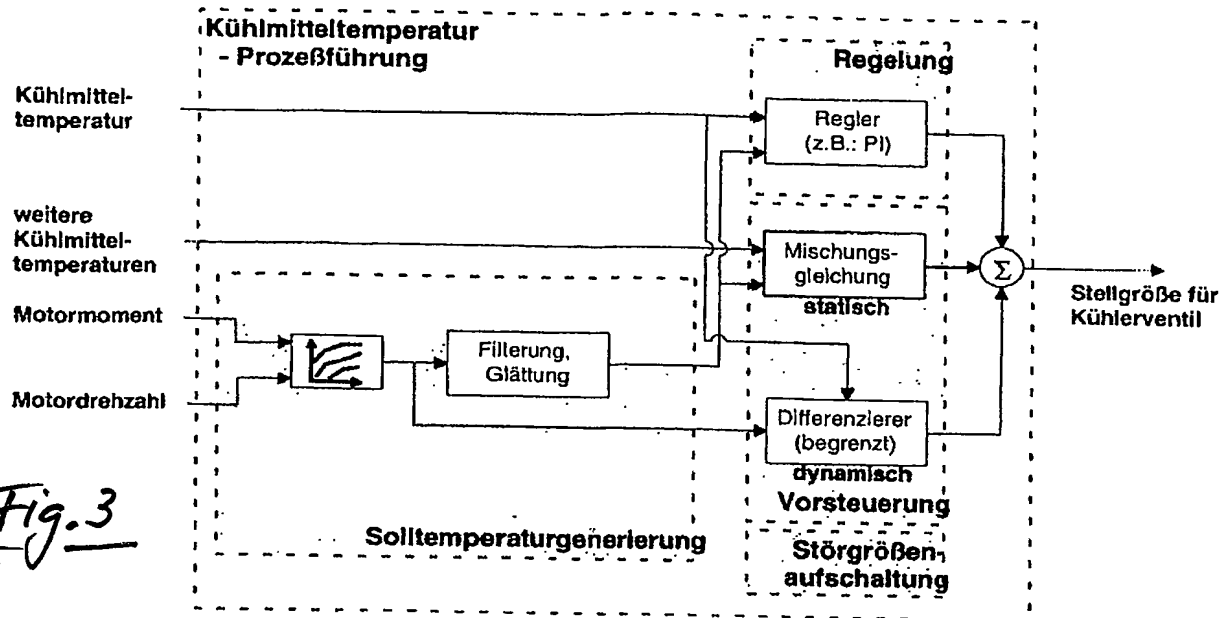


Fig. 3

Fig. 4

